

**Die Frakturen der Handwurzelknochen
und ihre Behandlung**
– aus dem Krankengut der Chirurgischen Klinik der
Universität München in den Jahren 1967 - 1971

W.F. Peter Frank

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München

Direktor: Professor Dr. med. Georg Heberer

Die Frakturen der Handwurzelknochen und ihre Behandlung
- aus dem Krankengut der Chirurgischen Klinik der
Universität München in den Jahren 1967 - 1971.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
W.F. Peter Frank
aus
München

1974



Berichterstatter: Privatdozent Dr. med. Rudolf Bedacht

Mitberichterstatter: Professor Dr. med. Georg Heberer

Dekan: Professor Dr. med. Wolfgang Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 1.7.1975

Gliederung:

- I. Einleitung
- II. Anatomie und Mechanik der Handwurzel
- III. Aus dem Schrifttum der Handwurzelknochenverletzungen:
 - 1. Verletzungsmechanismen
 - 2. Diagnostik
 - 3. Frakturtopographie
 - 4. konservative Therapie
 - 5. Fixationsart und -dauer
- IV. Untersuchungen an der Chirurgischen Universitätsklinik München
 - 1. Methodik
 - 2. Krankengut
 - 3. Kombinationsverletzungen
 - 4. Altersverteilung
 - 5. Geschlechtsverteilung
 - 6. Seitenzugehörigkeit
 - 7. Ursachen und jahreszeitliche Verteilung
 - 8. Frakturtopographie
 - 9. Fixationsdauer
 - 10. Heilerfolg
- V. Kasuistik
- VI. Zusammenfassung
- VII. Literaturverzeichnis

I. Einleitung:

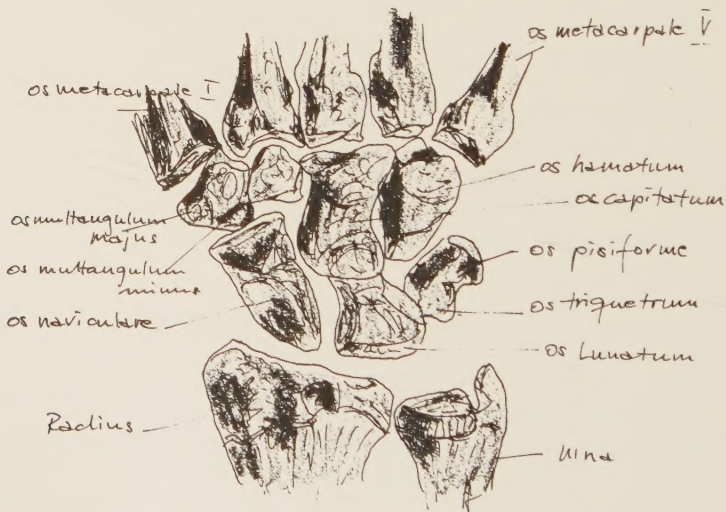
Das Handgelenk stellt einen der Körperabschnitte dar, die am häufigsten verletzt werden.

In der chirurgischen Unfallambulanz nimmt unter allen Frakturen der Handwurzel das Kahnbein die vorderste und damit wichtigste Stelle ein, gefolgt von den Verletzungen des Dreieckbeins und den übrigen, weitaus selteneren sogenannten "atypischen Handgelenksverletzungen" im Bereich des Erbsen-, Mond-, großen und kleinen Vieleck-, Kopf- und Hakenbeines, deren Diagnostik nach Wenger neben den Wirbelbrüchen und Wadenbeinfrakturen zu den am häufigsten übersehbaren Frakturen gehören.

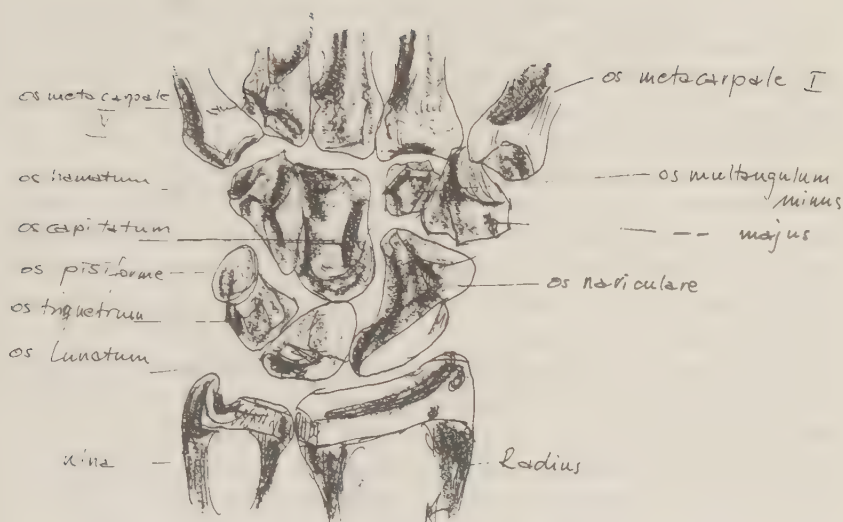
II. Anatomie und Mechanik der Handwurzel

Die Handwurzelknochen sind in zwei Reihen angeordnet. Die *p r o x i m a l e* setzt sich aus drei Knochen zusammen, dem radialen Kahnbein (Scaphoid, Naviculare), dem in der Mitte liegenden Mondbein (Lunatum) und dem ulnaren Dreiecksbein (Triquetrum). Auf diesem liegt als kleines Sesambein in die Sehne des m. flexor carpi ulnaris eingeschaltet das Erbsenbein (Pisiforme).

Die *d i s t a l e* Reihe besteht in der gleichen Reihenfolge aus vier Skelettelementen, dem großen Viereckbein (Trapezium, Multangulum majus), dem kleinen Vieleckbein (Trapezoidum, Multangulum minus), dem Kopfbein (Capitatum) und dem Hakenbein (Hamatum).



Handwurzelknochen der rechten Hand mit angrenzenden Unterarm- und Mittelhandknochen. Dorsalansicht (nach Waldeyer)



Handwurzelknochen der rechten Hand mit angrenzendem Unterarm- und Mittelhandknochen. Palmaransicht (nach Waldeyer)

Die Form der Handwurzelknochen läßt sich am besten an isolierten Knochen studieren. Die abgewandelten Würfel sind palmar und dorsal von Periost überzogen, proximal, distal und seitlich sind ihre Gelenkflächen überknorpelt.

Die Handwurzelknochen liegen nicht in einer Ebene, sondern bilden eine dorsalwärts konvexe, palmarwärts konkave Gewölbekonstruktion. Durch die palmar gut tastbare Erhebung, Eminentia carpi ulnaris aus Erbsenbein und dem Haken des Hakenbeins gebildet, und der ebenfalls gut fühlbaren Eminentia carpi radialis von den Höckern des Kahn- und großen Vieleckbeins gebildet, wird dieses Gewölbe verstärkt.

Das kräftige Retinaculum flexorum, das sich zwischen beiden Erhebungen spannt, schließt das Gewölbe zum osteofibrösen Canalis carpi für die langen Beugersehnen (außer dem m. palmaris longus) und den N. medianus. Die Verknöcherungstermine der Carpalia sind sehr unterschiedlich. Zur Zeit der Geburt sind alle noch knorpelig. Außer dem Kahnbein mit zwei besit-

zen alle anderen Handwurzelknochen ein Ossifikationszentrum. Im 1. Lebensjahr erscheinen die Knochenkerne des Hamatum und Capitatum, im 2. und 3. verknöchern Triquetrum, im 4. Lunatum, im 5. Naviculare, zwischen 4. - 6. beide Multanguli und zwischen 10. - 12. das Pisiforme.

Beim Bandapparat des Handgelenks unterscheidet man drei Gruppen von Bändern. Sie stellen 1. die Verbindung von Unterarm zum Carpus dar, liegen 2. zwischen den beiden Reihen der Handwurzelknochen und verbinden 3. die distalen Carpalia mit den Metacarpalia.

Die 1. Gruppe entspringt vorwiegend am Radius und wird unterschieden in ein Lig. radiocarpeum palmare und dorsale, Lig. collaterale carpe radiale und ulnare.

Die 2. Gruppe verbindet die Ossa carpalia untereinander und besteht aus volaren und dorsalen Flächenbändern.

Die 3. Gruppe zerfällt in volare und dorsale Flächenbänder und Binnenbänder zwischen den Knochen. Sie verlaufen kurz und straff und sind palmar mit dem Lig. carpi radialis verwachsen.

Die nervöse Innervation erfolgt palmar überwiegend aus dem N. interosseus palmaris unter Beteiligung des Ramus palmaris N. medianus, N. cutaneus antebrachii lat. und N. ulnaris; dorsal hauptsächlich durch N. interosseus dorsalis N. radialis, an den Rändern durch N. ulnaris und N. cutaneus antebrachii lat.

Die Blutversorgung erfolgt aus den Rete carpi dorsale bzw. palmare. Anatomisch zerfällt das Mosaik der Handwurzelknochen in zwei Hauptgelenke: dem proximalen Radiocarpalgelenk (Art. radiocarpea) und dem distalen Intercarpalgelenk (Art. medio-carpea) mit zwei selbständigen Kammern. Dazu treten zahlreiche kleine Nebengelenke auf, die die gegenseitige Verschieblichkeit der Handwurzelknochen ermöglichen, Art. intercarpea. Das proximale Handgelenk wird gebildet aus der Gelenkfläche des distalen Radius und dem dem Caput ulnae distal aufliegendem Discus articularis einerseits und den überknorpelten Flächen der proximalen Handwurzelknochen Naviculare, Lunatum und

Triquetrum. Sie formen einen erheblich größeren eiförmigen Gelenkkopf. Die Gelenkkapsel ist an der Knorpelgrenze der gelenkenden Knochen und am Discus angeheftet.

Das distale Handgelenk besitzt einen kompliziert gestalteten wellenförmigen Gelenkspalt, der von der distalen Fläche der proximalen und der proximalen Fläche der distalen Handwurzelknochen gebildet wird.

Die proximale Reihe bildet radial einen großen und ulnar einen kleinen Gelenkkopf, in der Mitte eine tiefe Gelenkpfanne, in die sich von distal Capitatium und Hamatum hineinschieben. Die Gelenkfläche der distalen Carpalreihe ist entgegengesetzt gekrümmt. Die Kapsel des Mediocarpalgelenks ist dorsal schlaff und palmar straff und heftet sich jeweils an der Grenze der überknorpelten Fläche an.

Funktionell kann man die beiden Handgelenke als ein einheitliches Gelenk mit zwischengeschaltetem knöchernen Discus auffassen. Es artikuliert wie ein Kugelgelenk, dessen Drehpunkt in der Mitte des Capitatium liegt, mit der einzigen Ausnahme, der willkürlichen Drehung in der Längsachse, die als Pronation und Supination in den Unterarm verlegt ist. Es läßt weiter folgende Bewegungen zu:

1. Palmar- und Dorsalflexion um eine quere Achse mit 170° Bewegungsumfang
2. Radial- und Ulnarabduktion um eine dorsopalmare Achse durch das Capitatium mit 55° Bewegungsumfang (40° ulnar, 15° radial)
3. zusammengesetzte Bewegungen aus Flexion und Abduktion erlauben die Zirkumduktion oder Handkreiseln, die nicht mit einer Rotation um die Längsachse zu verwechseln ist.

III. Aus dem Schrifttum der Handwurzelknochenverletzungen:

1. Verletzungsmechanismen
2. Diagnostik
3. Frakturtopographie

Die Navicularefraktur steht an erster Stelle der Knochenfrakturen im Handwurzelbereich. Jeder Sturz auf die Hand kann zu einer Fraktur des Naviculare führen.

Beim Sturz auf die geradeausgestreckte Hand wird die Kraft von den Metacarpalknochen auf das Capitatum übertragen. Bleibt das Metacarpalgelenk intakt, so wird entweder das Lunatum auf der Radiusgelenkfläche zerdrückt oder dieses Gelenk bricht selbst ein. Wird das Carpometacarpalgelenk zersprengt, so rutscht das Capitatum dorsalwärts und der Vorderarm drückt die proximale Handwurzelreihe nach vorne, es entsteht eine Luxatio intercarpea mit Luxation oder Fraktur des Naviculare.

Beim Sturz auf die volarflektierte Hand wird der Carpus gegen die vordere Radiuskante gedrückt. Gibt sie nach, so entsteht eine Fraktur der vorderen Radiuskante oder eine Epiphysenlösung, hält sie, entsteht eine Fraktur des Naviculare in der Mitte oder eine Fraktur von Kopf oder Basis des Capitatus mit Subluxation eines oder mehrerer Metacarpalknochen.

Bei Sturz auf die dorsalflektierte Hand sind die Folgen unterschiedlich nach dem Grad der Dorsalflexion sowie der Ulnar- bzw. Radialadduktion. Bei leichter Dorsalflexion bis 45° entsteht eine Fraktur am marginalis ant. des Radius bzw. Epiphysenfraktur. Bleibt dabei die Hand in Mittelstellung, so treten Naviculare und Lunatum in Kontakt mit dem Radius, es kommt zur Y oder V-Fraktur des Radius, u.U. kombiniert mit einer Fraktur von Naviculare und Lunatum.

Bei stärkerer Dorsalflexion bis 90° bleibt der Radius geschont, es entsteht eine Navicularefraktur oder Carpusluxation.

Bei radialer Flexion der Hand berührt nur das Naviculare den Radius und hält die ganze einwirkende Kraft auf. Hierbei entsteht entweder eine Fraktur dieses Knochens oder am Proc.

styloideus radii, bzw. Epiphysenschrägfraktur evtl. mit Abriß des Proc. styloideus ulnae und Beschädigung des Triquetrum.

Bei ulnarer Flexion der Hand hält das Lunatum fast ausschließlich den Kontakt zum Radius. Dabei entsteht eine Fraktur des Radiusrandes bzw. Luxation des Lunatum und Capitatum.

In Hyperextensionsstellung kommt es zur Fraktur der unteren Radiuskante oder zu Luxationen der Carpalknochen, besonders des Lunatum. Hält der Bandapparat, wird meistens das Naviculare frakturiert, zerreißt es, genügt schon ein geringer Druck des Capitatum auf das Lunatum zur palmaren Lunatumluxation.

Die Schmerzhaftigkeit bei der Navicularefraktur ist nicht immer sehr erheblich, so daß es durchaus möglich ist, daß der Patient keine ärztliche Behandlung aufsucht. Der klinische Verdacht auf eine Kahnbeinfraktur besteht jedoch bei jeder schmerzhaften Bewegungseinschränkung besonders nach der Streckseite hin und einer isolierten Schmerzhaftigkeit auf Druck in der Kahnbeingegend. Der Hauptdruckschmerz wird immer in der Tabatière oberhalb der Basis des Metacarpale I angegeben.

Die Röntgendiagnostik der Navicularefraktur ist selbst bei Aufnahmen in mehreren Ebenen oft nicht ganz leicht. Um das Naviculare unverkürzt darzustellen, wird die Hand mit lose zur Faust geschlossenen Fingern auf die Kasette gelegt, leicht ulnar flektiert, dorso-volar und seitlich ulno-radial fotografiert. Dennoch werden fast 50% aller Navicularefrakturen erst nach einer Kontrollaufnahme im Abstand von 2 - 3 Wochen nach dem Trauma durch das Auftreten einer Resorptionszone im Bruchspalt erkannt.

Isolierte Frakturen der übrigen Handwurzelknochen sind sehr selten. Häufig beobachtet man jedoch eine Triquetrumfraktur bei der perilunären Luxation durch Zug des interossären Bandes zwischen Triquetrum und Lunatum. Schneck unterscheidet nach den Unfallmechanismen in Kompressionsfrakturen durch indirekte Gewalteinwirkung wie Sturz auf die Eminentia carpi ulnaris oder Stoßwirkung des distalen Ellenendes und in Ab-sprengungen, wobei durch forcierte Radialabduktion der Hand häufig unter gleichzeitigem Abriß des Proc. styloideus ulnae

ein Knochenstück am radialen oder ulnaren Rand herausgebrochen wird.

Hofmeister gibt als Unfallmechanismus für einen schalenförmigen Ausriß am Triquetrum den Sturz auf die maximal volar flektierte Hand (86%), die Kontusion in gerinfügiger Dorsal- oder Palmarflexion (11%) und nur in seltenen Fällen eine Beschädigung des Triquetrum als Folge einer Radiusfraktur durch Sturz auf die stark palmarflektierte Hand an.

Klinische Zeichen einer Triquetrumverletzung sind ein mäßiges Hämatom auf der Dorsalseite des Handgelenks über dem Triquetrum, das sich besonders leicht nach wenigen Tagen durch seine Verfärbung diagnostizieren läßt, ferner die damit verbundene Schwellung, der lokalisierte Druckschmerz und die sehr starken Schmerzen bei radialer Abduktion und Palmarflexion der Hand.

Im Röntgenbild ergibt sich aus der a-p-Aufnahme kein sicherer Anhalt, im Seitenbild ist meist die kleine bis linsengroße Absprengung eines Knochenteiles deutlich erkennbar. Die Therapie ist eine konservative, nach Böhler von 3 Wochen, im allgemeinen jedoch von 4 - 6 Wochen. Geringfügige Schmerzen nach Abnahme der dorsalen Gipslonguette gehören zum Regelfall.

Wesentlich seltener sind die Verletzungen im Bereich des Mondbeines durch eine gewaltsame Überstreckung der Hand, die oft nicht mit Sicherheit von einer Kahnbeinfraktur zu trennen ist. Die starke Stauchungsempfindlichkeit am 3. Finger läßt den Verdacht der Lunatumfraktur in Erwägung ziehen. Auch hierbei sind oft feine Fissurlinien im Röntgenbild nicht sichtbar. Der Bruch des Erbsenbeines entsteht entweder durch direkte Gewalt oder indirekt durch Zugeinwirkung des M. flexor carpi ulnaris. Häufig sieht man auch Kombinationen von Fraktur und Luxation des Erbsenbeins.

Die Fraktur des großen Vieleckbeines entsteht meist durch Stauchung des Daumens und wird häufig in Verbindung mit Brüchen des 1. Mittelhandknochens (Bennet'sche Fraktur) gefunden. Die isolierte traumatische Veränderung des großen Vieleckbeins ist in der Literatur eine Rarität und ist häufig

nur als Luxation bzw. Luxationsfraktur beschrieben. In der Mehrzahl aller bekannten Fälle ist die Fraktur des Multangulum majus in Kombination mit anderen Verletzungen zu finden, wie Benett'sche Fraktur oder Trümmerfraktur des Handgelenks und entsteht als Kompressionsfraktur oder als Fraktur in Längsrichtung mit Absprengung des radialen Teils.

Die Knochen Multangulum majus, Naviculare, Metacarpale I und Daumenphalanx bilden eine funktionelle Einheit. Die anatomischen Beziehungen sind jedoch derart, daß nur in Ausnahmefällen das große Vieleckbein ladiert wird. Frakturen innerhalb dieser Einheit entstehen meist durch Sturz oder sonstige Gewalteinwirkung auf den abduzierten Daumen oder die dorsalflektierte Hand. Im ersten Fall bricht oft die Basis des Metacarpale I (Benett), im zweiten Fall kann hauptsächlich bei gleichzeitiger Radialabduktion der Hand das Naviculare brechen.

Die Ausheilung erfolgt ähnlich wie beim Naviculare langsam, nicht selten bis zu drei Monaten bis eine fibröse Konsolidierung erreicht ist. Funktionell ist die Hand anschließend gut zu gebrauchen.

Beim Capitatum können zwei Frakturformen unterschieden werden, die Stauchungsfraktur an der Grenze zwischen Körper und Kopf des Knochens, oft in verschiedener Weise mit Brüchen des 3. Mittelhandknochens, des Lunatums und der Ulna kombiniert und die direkte Quetschung.

Frakturen am Hakenbein und am kleinen Vieleckbein sind die seltensten Frakturen der Handwurzelknochen und sind immer auf heftige direkte Gewalteinwirkung zurückzuführen.

Auf Grund der muskel- und gelenkmechanischen Belastungsvorgänge werden am Naviculare zwei Bruchformen unterschieden, die extrakapsuläre Rißfraktur und die intraartikuläre Biegungs- oder Kompressionsfraktur. Die erste Gruppe betrifft die Tuberositas ossis navicularis. Dabei handelt es sich um einen Abriß an der Kapsel-Bandansatzstelle und ist analog den Abrißfrakturen anderer Knochen. Die Frakturlinie liegt extraartikulär und extrakapsulär und geht nie durch überknorpelte

Gelenkflächen und erklärt so die gute Heiltendenz durch Auftreten eines echten periostalen Kallusgewebes.

Bei den Biegungs- und Kompressionsfrakturen verlaufen die Frakturlinien immer intraartikulär, wobei der Einfluß von der augenblicklichen Handstellung abhängt.

4 . Konservative Therapie:

Der generelle Therapieplan einer geschlossenen frischen Handwurzelknochenfraktur entspricht den Grundregeln jeder Frakturbehandlung mit Reposition und Fixation.

Bei einer Großzahl von frischen Kahnbeinfrakturen besteht keine Verschiebung der Bruchstücke, so daß sich eine Reposition erübrigt. Sie ist jedoch immer dann erforderlich, wenn das Röntgenbild eine stärkere Verschiebung, Achsenknickung oder Verkantung erkennen läßt. Gelingt es nicht, eine Dislokation der Fragmente zu beseitigen, kann die Heilung selbst bei monatelanger Fixation ausbleiben und eine Pseudoarthrose entstehen. Um der Entstehung einer sekundären Arthrosis deformans vorzubeugen, muß außerdem die Wiederherstellung der Gelenkkongruenz, sowie die feste Ausheilung des Bandapparats angestrebt werden.

Die Reposition geschieht durch bimanuelles Zurückschieben des Bruchfragments möglichst unter Röntgenkontrolle. Nach Böhler ist es dabei notwendig, zuvor einen ziemlich erheblichen Entlastungszug der Handgelenksknochen in der Gliedlängsachse bei Supinationstellung von etwa 10 - 15 Minuten Dauer einwirken zu lassen. Dies erfolgt durch Extension mittels der sog. "Mädchenfänger" am Daumen und der radialen Langfingergruppe und dem bei rechtwinklig gebeugten Unterarm fixierten distalen Oberarmende.

5. Fixationsart und -dauer:

Bei der Navicularefraktur tritt meist keine nennenswerte Schwellung auf, so daß man sofort einen Gipsverband anlegen kann, aber auf Durchblutungsstörungen achten muß.

Die Schwierigkeit der Kahnbeinbruchbehandlung besteht in der Art der Fixation, die selbst aller kleinste Bewegungen an der Bruchstelle unmöglich machen muß. Die für Unterarmfrakturen übliche Gipsschiene oder der zirkuläre Verband reichen nicht aus, die exakte Ruhigstellung zu garantieren. Da zwischen Fingerspiel und Handgelenksbewegung ein inniger Zusammenhang besteht und jede geringfügige Bewegung sich ungünstig auf die Heilungsvorgänge am gebrochenen Naviculare auswirkt, erfordert die exakte Ruhigstellung des Handgelenks den Einschluß eines oder mehrerer Finger in den Verband.

Über die anzuwendenden Verbände geht die Ansicht der einzelnen Autoren weit auseinander. Während Böhler noch die dorsale Gipsschiene in leichter Ulnarabduktion und Dorsalflexion, von den Fingergrundgelenken bis zum Ellenbogen mit Faustschluß der Hand ohne Radialabduktion empfahl, beschrieb von Rehbein einen Fixationsverband, der den ersten Fingerstrahl bis inklusive Grundgelenk mit einbezieht. Die angestrebte Immobilisierung der Navicularefraktur ist dabei wohl sichergestellt, doch wird der Träger mit der verletzten Hand manuell voll arbeitsunfähig.

Nach Weller erübrigt sich eine zusätzliche Ruhigstellung der Finger, wenn man neben starker Radialabduktion und weitgehender Dorsalflexion des Handgelenks den Verband unter Einschluß des Daumens anlegt.

Die günstigsten Heilungsergebnisse unter den gebräuchlichsten Verbänden zeigt wohl der Zirkuslänggips von Ellenbogen bis zur distalen Beugefalte der Hohlhandfläche unter Einbeziehung des Daumengrundgliedes um die oben genannte Forderung zu erfüllen.

Bei Frakturen des Mondbeins wird der Mittelfinger stark extendiert und das Mondbein durch kräftiges Zusammenpressen versucht wieder aufzurichten. Dann wird eine Fingerdrahtschiene

mit dorsaler Gipsschiene angelegt und der Mittelfinger unter Dauerzug wie bei Fingerbrüchen für 8 - 10 Wochen belassen. Die Brüche der übrigen Handwurzelknochen werden nach Böhler wie Navicularefrakturen behandelt. Seinen Erfahrungen nach kommt es beim Dreiecksbein oft nicht zur Vereinigung der Bruchfragmente, was aber für die Funktion des Handgelenks ohne Bedeutung ist.

Die Fixationsdauer der frischen Navicularefraktur richtet sich im wesentlichen neben der Bruchform nach dem Alter der Fraktur. Je früher die Fraktur erkannt wird, desto kürzer ist die nötige Zeit zur knöchernen Konsolidierung und damit auch die Zeitdauer der Ruhigstellung. Beim Abriß des Tuberculum ossis naviculare genügt eine durchschnittliche Ruhigstellung für 3 - 4 Wochen. Frakturen im distalen und mittleren Drittel bzw. beim horizontalen Schrägbruch und Querbruch benötigen im allgemeinen 6 - 8 Wochen, Trümmerbrüche, Frakturen im Bereich des proximalen Pols und vertikale Schrägbrüche erfordern eine Fixierung von mindestens 10 - 12 Wochen, bis sie zur knöchernen Konsolidierung kommen.

Zur Sicherstellung der Zirkulation und Sensibilität ist der Patient angehalten, nach frischem Anlegen des immobilisierenden Verbandes (24 Stunden) bei Gefühlslosigkeit der Finger, besonders des Daumens, sofort den Arzt aufzusuchen. Später genügen wöchentliche Gips- und Röntgenkontrollen. Zeigen letztere völlig homogene Knochenstruktur, so darf die Fixationsbehandlung als abgeschlossen gelten.

IV. Untersuchungen an der Chirurgischen Universitätsklinik München:

1. Methodik:

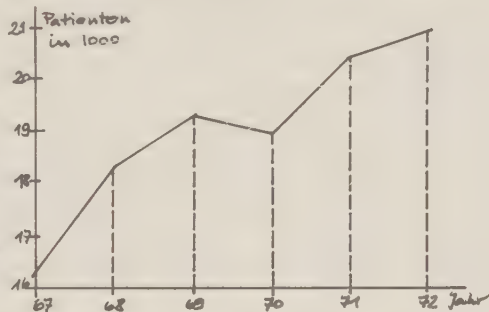
Für die Auswertung der in der Chirurgischen Universitätsklinik München ambulant behandelten Handwurzelknochenfrakturen habe ich ein Formblatt entworfen, das sich nach folgenden Gesichtspunkten gliedert:

- Angaben zur Person des Patienten, Alter Geschlecht
- Unfallart und Jahreszeit (Arbeits-, häuslicher-, Verkehrs-, sonstige Unfallereignisse)
- Art der Fraktur, Lokalisation und Komplikation, z.B. in Verbindung mit anderen Frakturen
- Röntgenuntersuchung und Kontrolle
- Therapie und Behandlungsdauer
- Ergebnisse, gestaffelt von I - IV:
 - gut: knöcherne Konsolidierung im durchschnittlichen Behandlungszeitraum
 - mittel: bedingt feste, ausreichende Kallusbildung, geringe Bewegungseinschränkung
 - mit Einschränkung: cystische Aufhellung am frakturierten Knochen, degenerative Veränderungen im Handwurzelknochenbereich
 - unbefriedigend: z.B. Pseudoarthrose
- Nachbehandlung, Art und Dauer
- evtl. Nachuntersuchungen

2. Krankengut nach Jahren:

In der chirurgischen Ambulanz wurden zwischen 1967 und 1971 insgesamt 93 206 Patienten behandelt, die sich folgendermaßen in den beschriebenen Zeitraum verteilen:

1967	16 290
1968	18 200
1969	19 337
1970	18 936
1971	20 443
(1972	20 901)



Die umseitige Tabelle A gibt Aufschluß, wie sich im beschriebenen Zeitraum die Carpalfrakturen verteilen.

3. Kombinationsverletzungen:

Über Kombinationsverletzungen der Handwurzelknochenfrakturen mit anderen unfallmäßig bedingten Frakturen in Form von Frakturen des Schädels, des Beckens, der oberen oder unteren Extremität konnte nachfolgende Beteiligung von Nebenverletzungen ermittelt werden: Tabelle A, Spalte I

Über doppelseitige Frakturen, besonders des Kahnbeins kann aus diesem Zeitraum kein Fall berichtet werden.

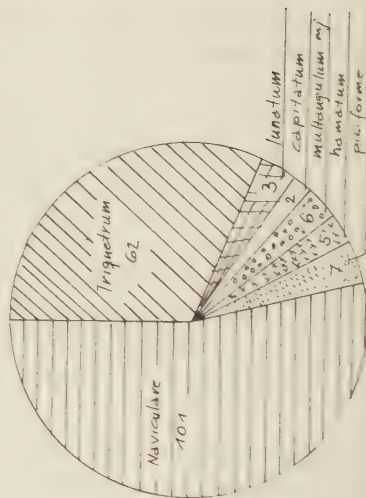
Dislokationen der Frakturstücke wurden in folgender Zahl beobachtet: Tabelle A, Spalte II

Im Vergleich zu Arbeiten, die zu dieser parallel für den gleichen Zeitabschnitt durchgeführt wurden und sich mit den Frakturen des Radius an typischer bzw. atypischer Stelle und den Frakturen der Hand befaßt haben, ergibt sich für die Carpalfrakturen die dargestellte prozentuale Beteiligung: Tabelle A, Spalte III

Tabelle A

	1967	1968	1969	1970	1971	Σ	Σ %	I	II	III a	b
os naviculare	26	20	17	23	15	101	54	17	12	8%	45%
os triquetrum	24	15	11	8	4	62	33	14	1	5%	3%
os lunatum	2	1				3	2	1			
os capitatum		1		1		2	1				
os multangulum majus	1	1	3		1	6	3	2	1		
os hamatum	2		2	1		5	3	1			
os pisiforme	3	1	1	2		7	4	3	1		
						186	100%	38	15		
								= 20%			

a) 1320 Frakturen d. Hand
 (Metacarpale u. Phalangen I-V)
 b) 2300 Frakturen des Radius
 d. h. auf 100 Frakturen der Hand/ des Unterarms treffen 8/5 Nav. bzw. 5/3 Triquetr.



4. Altersverteilung:

Es bleibt auffallend, daß Carpalkfrakturen im eigentlichen Jünglingsalter selten vorkommen. Es zeigt sich, daß die Jahrgänge zwischen 20 und 60 Jahren für alle Carpalkfrakturen gesehen, eine gehäuftere Frequenz aufweisen, daß aber die Navicularefraktur häufiger bei 20 bis 30 jährigen, die Triquetrumfraktur mehr bei älteren Patienten gefunden wird. Das durchschnittliche Alter der untersuchten Patienten geht aus den nachfolgenden Übersichten hervor. Der älteste Patient war 86 Jahre alt, der jüngste ein 15-jähriger Lehrling. Die Erklärung in der Frequenz der Altersgruppe 20 - 30, bzw. 30 - 60 ist wohl in der stärkeren Verletzungsgefahr des Berufs- und Zivillebens zu sehen.

Altersgruppen	Naviculare	Triquetrum	Lunatum	Capitatum	mult. nj.	hamatum	pisiforme	Σ Carpalfr.
unter 20 J.	10	1					3	14
20 - 30	45	7		1		1	3	57
30 - 40	20	15			2	2		39
40 - 60	19	22	3	1	3	2		50
über 60	7	17			1		1	26
Σ	101	62	3	2	6	5	7	186

Betrachtet man dagegen das Durchschnittsalter der Patienten, aufgeschlüsselt nach den Jahren dieser statistischen Untersuchung von 1967 - 1971 und der Verteilung auf die einzelnen Carpalknochen - wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit die Ossa lunatum, capitatum, multangulum majus, hamatum und pisiforme zu einer Gruppe zusammengefaßt wurden, so ergibt sich folgende Darstellung:

	1967	1968	1969	1970	1971	$\Sigma \phi$
os Naviculare	36,8	33,2	36,5	35,5	37,5	35,7
os Triquetrum	53	48,8	48,8	46	39,8	49,5
OS Lunatum os Capitatum os Multangulum mj os Hamatum os Pisifore	43,5	49,8	40	25,2		40,2
Summe ϕ	44,0	40,4	41,2	35,3	38,0	40,6

Das Durchschnittsalter einer Handwurzelknochenfraktur lag somit bei 40,6 Jahren; die Verletzung des Naviculare bei 35,7 Jahren, des Triquetrum bei 49,5 Jahren und der übrigen bei 40,2 Jahren. Es fällt auf, daß sich bei den beiden letztgenannten Gruppen die Verletzungsexposition zu den jüngeren Jahrgängen hin verschoben hat.

5. Geschlechtverteilung:

Es schien der Norm zu entsprechen, daß das weibliche Geschlecht unter diesen Verletzungsarten nur gering vertreten war, denn in der Literatur wird die weibliche Verletzungshäufigkeit mit 5 - 8% angegeben; aus einer Mitteilung von Solondz aus dem Traumatologischen Staatsinstitut Leningrad des Jahres 1935 fanden sich 7 von 32 Naviculareverletzungen (22%) bei Frauen. Die Emanzipation der Frau als solche und die Einbeziehung der Frau als Arbeitskraft in der Industrie scheint die Häufigkeit der weiblichen Bruchform gesteigert zu haben und damit zu bestätigen, daß es sich dabei nicht um eine geschlechtsbetonte männliche Verletzungsart handelt.

	Nav.	Triqu.	Lun.	Cap.	Mult.mj	Ham.	Pis.	Σ
♂ n	83	37	1	1	5	4	3	134
♂ %	82	60	33	50	83	80	43	72%
♀ n	18	25	2	1	1	1	4	52
♀ %	18	40	67	50	17	20	57	28%
100% =	101	62	3	2	6	5	7	186

♂ 134 Frakturen = 72%

52 Frakt. = 28% ♀

6. Seitenzugehörigkeit:

	Nav.	Triqu.	Lun.	Cap.	Mult.mj	Ham.	Pis.	Σ	
re	54 53%	34 55%	1	1	5	3	4	102	55%
li	47 47%	28 45%	2	1	1	2	3	84	45%
100% =	101	62	3	2	6	5	7	186	

re 102 Frakturen = 55%

84 Frakturen = 45% li

Das Vorherrschen der Verletzungen an der rechten Hand ist durch die Häufigkeit der Rechtshändigkeit und der entsprechenden Abwehr bei Sturz- und Berufsbeschädigung gegeben. Trotzdem fällt im Vergleich mit der Literatur, bei der die Rechts- Links- Verteilung mit 61 - 68% rechts zu 32 - 39% links gefunden wird, eine deutliche Verschiebung zur Mitte (55 : 45%) auf.

7. Ursachen und jahreszeitliche Verteilung:

Die Art des zur Fraktur der Handwurzelknochen führenden Unfallereignisses wurde in folgende vier Sparten unterschieden:

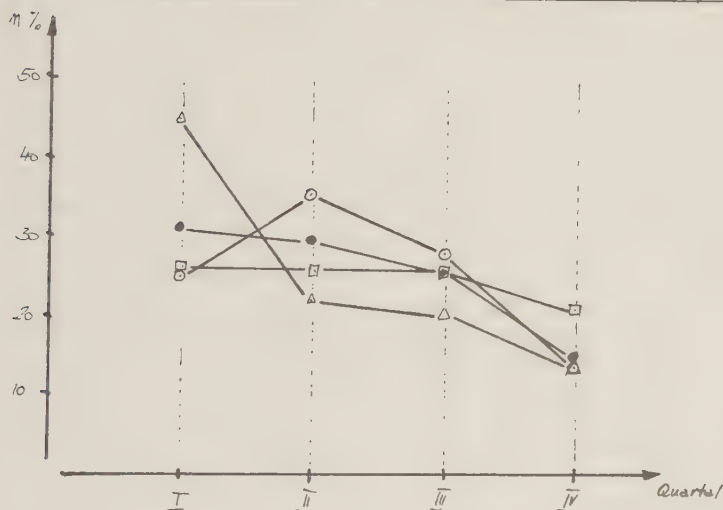
- Arbeitsunfall (D 13)
- Verkehrsunfall
- Sportunfall und ähnliches
- häuslicher Unfall

Sie verteilen sich auf die einzelnen Carpalknochen folgendermaßen:

	Arbeits-	Verkehrs-	Sport-	häusl.Unf	Σ
os naviculare	39 39%	29 29%	17 17%	16 16%	101
os triquetrum	28 46%	11 18%	5 8%	18 30%	62
os Lunatum	2		1		3
os capitatum	2				2
os multang.mj	4	1	1		6
os hamatum	2		1	2	5
os pisifore	2	2	1	2	7
Σ	79	43	26	38	186
$\Sigma \%$	42,5	23	14	20,5	100

Die jahreszeitliche Häufung der Frakturen im Handwurzelknochenbereich stellt die folgende Übersicht dar:

	Jan-Mar	Apr-Jun	Jul-Sept	Okt-Dez	Σ
○ os naviculare	25 25%	35 35%	28 28%	13 13%	101
△ os triquetrum	28 45%	14 22,5%	12 20%	8 13,5%	62
os Lunatum		1		2	3
os capitatum	1		1		2
□ os multang.mj	2	1	3		6
os hamatum		2	1	2	5
os pisifore	3	2	1	1	7
Σ	59	55	46	26	186
● $\Sigma\%$	31,5	29,5	25	14	100



Für das Naviculare ist daraus ersichtlich eine Frakturexposition innerhalb der ersten 9 Monate, besonders im II. und III. Quartal, die Häufigkeit des Triquetrum ist im I. Quartal wesentlich höher und zeigt fallende Tendenz über das Restjahr, alle übrigen Carpalknochen verhalten sich über den gesamten Jahresverlauf nahezu gleichbleibend, zeigen aber

wie die beiden ersten Gruppen und wie auch die Durchschnittskurve ein deutliches Abfallen im IV. Quartal. Die Erklärung hierzu ist einmal in der sicher vermehrten Unfallexposition der Sommermonate zu suchen, die zum Jahresende sinkende Fallzahl mit den Feiertagen und dem damit gedrosselten Klinikbetrieb zu erklären.

8. Frakturtopographie:

Im Untersuchungsgut ließen sich die Frakturlinien an den einzelnen Carpalknochen an folgenden Stellen manifestieren:

	Nav.	Triqu.	Lun.	Cap.	Mult.mj	Ham.	Pis
proximales Drittel	9						
mittleres Drittel Querfraktur	29						
distales Drittel	12						
dorsale Abspreng.		41	1		1	2	
schalenförmiger Ausriß							1
ohne Angabe	51	21	2	2	5	3	6
Σ	101	62	3	2	6	6	7

Am Naviculare imponiert die Querfraktur, am Triquetrum die dorsale Absprengung.

9. Fixationsdauer:

Über die zeitliche Verteilung der Therapie, bzw. der Fixationsdauer des Navicularegips oder der dorsalen Gipslonguette orientiert die nächste Tabelle:

	bis 4 Wo	bis 8 Wo	bis 12 Wo	bis 16 Wo	Σ
os Naviculare	3	19	42	37	101
os triquetrum	37	22	2	1	62
os Lunatum	2	1			3
os capitatum	2				2
os multang.mj	1	3	1	1	6
os hamatum	3	2			5
os pisiforme	5	1		1	7

Die gebundene Fraktur bedarf zur restlosen Ausheilung einer sich stetig steigenden Belastung. Aktive Bewegungsübungen, Bäder und Heißlufttherapie tragen zur Förderung der Durchblutung, Gelenkmobilisation und Kräftigung der Muskulatur bei. Die physikalische Nachbehandlung muß angemessen sein, da zu früh vorgenommene, forcierte aktive oder gar passive Bewegungsübungen und Massagen durch eine übermäßige Beanspruchung des jungen Knochengewebes zu Zellzerstörungen mit Resorptionscysten, Nekrosen oder Pseudoarthrosen führen können.

In unserem Krankengut betrug die Anzahl an Nachbehandlungen bei den einzelnen Knochen:

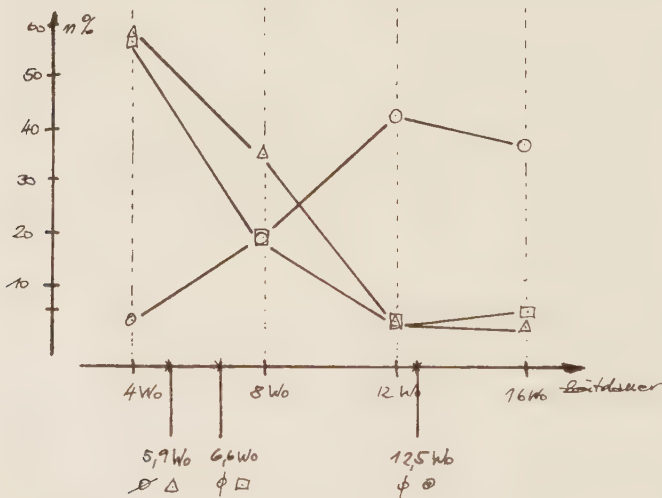
	Nav.	Triqu.	Lun.	Cap.	Mult.mj	Ham.	Pis.
keine	35	17	2	1	2	2	3
bis 5	41	29			4	2	4
bis 10	14	12	1	1			
mehr	17	4				1	

Aus Fixationsdauer und der Zeit der Nachbehandlung ergibt sich die Therapiedauer:

	Nav.	Triqu.	Lun.	Cap.	Mult.mj	Ham.	Pis.
bis 6 Wo	13	42	2	2	1	4	5
bis 12 Wo	32	18	1		4	1	1
bis 18 Wo	56	2			1		1

Die Arbeitsunfähigkeitsdauer nach einer Handwurzelknochenverletzung incl. aller Behandlungsmaßnahmen betrug somit:

	bis 4 Wo	8 Wo	12 Wo	16 Wo ▲
os naviculare	3%	19%	42%	37%
os triquetrum	59%	35,5%	3%	2,5%
restl. ossa	57%	35%	3%	5%



Die durchschnittliche Behandlungszeit der Navicularefraktur betrug 12,5 Wochen, der Triquetrumfraktur 5,9 Wochen und der übrigen Handwurzelknochen 6,6 Wochen.

10. Heilerfolg:

Kriterien zur Beurteilung der therapierten Handwurzelknochenfrakturen und Einstufung in vier Gruppen I - IV entsprechend dem Heilergebnis:

In anatomischer Hinsicht darf eine Fraktur als geheilt betrachtet werden, wenn sie knöchern konsolidiert ist, was durch korrekte radiologische Überprüfung festgestellt werden kann. Neben der anatomischen Konsolidation hat die Funktion des lädiert gewesenen Handgelenks für die Beurteilung des Endresultats nach einer Fraktur eine nicht weniger grosse Bedeutung.

Die Beurteilung der Heilresultate, besonders nach Naviculareverletzungen der Hand erscheint in der bestehenden Literatur als recht uneinheitlich.

Statistiken aus den Jahren 1933/34 ergaben in 38%

1937 74%

1945 68%

eine knöcherne Konsolidierung (SUVA).

Die von Böhler u.a. propagierte langdauernde Gipsfixation hat sich zweifellos bremsend auf Spätkomplikationen von Navicularefrakturen ausgewirkt, so daß jüngere Statistiken von günstigeren Heilungsquoten berichten:

Peischl, Jeschke, Trojan	1955	95% konservativ
Brüchle, Becker	1963	96% konservativ
Steyer	1961	63% konservativ 25% operativ

Mit anderen Worten, die Mißerfolge in der Behandlung frischer Kahnbeinkörperbrüche können mit 4 - 10% angegeben werden.

In der Betrachtung der Heilresultate aus unserem Verletzungsgut wurde wie folgt verfahren: Die Ergebnisse wurden in Gruppen eingeteilt:

- Gruppe I: anatomisch knöcherne Konsolidierung der Fraktur, komplikationslos und im optimalen Zeitraum
- Gruppe II: anatomisch knöcherne Konsolidierung im angemessenen Zeitraum mit geringen subjektiven Störungen und nicht ins Gewicht fallende pathologische Knochenveränderungen (röntgenolog. Aufhellung)
- Gruppe III: nur bedingt feste Konsolidierung im verlängerten Zeitraum, zurückgebliebene Knochenveränderungen (Cysten), teilweise subjektive Klagen über Bewegungseinschränkung
- Gruppe IV: keine Konsolidierung, Pseudoarthrosenbildung

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV
os naviculare	37	40	9	15
os triquetrum	25	30	7	
os Lunatum		3		
os capitatum		2		
os multang.mj	4		2	
os hamatum	2	2	1	
os pisiforme	4	2	1	
Σ %	39	43	10	8

Betrachtet man am Naviculare die Gruppen I und II zusammen, so ergibt sich ein Heilerfolg von 77% innerhalb eines Zeitraums von bis zu 16 Wochen incl. Nachbehandlung, respektive 86% der Gruppen I - III. Die Zahl von 15% in Gruppe IV ohne knöcherne Konsolidierung bzw. Pseudoarthrosenbildung erscheint auf den ersten Blick sehr hoch, da wir aus der Literatur von ca. 4 - 10% wissen. Sie erklärt sich dadurch, daß etwa 10% von diesen Naviculareverletzungen an anderen Krankenanstalten verbehandelt wurden und erst im fortgeschrittenen Stadium an die Chir.Univ.Klinik München überwiesen wurden, daß durch Uneinsicht der Patienten - wie noch in der Kasuistik

einzelner Besonderer Fälle berichtet werden wird - die konsequente Therapie nicht eingehalten wurde und es somit zur Pseudoarthrosenbildung kam. Drei Patienten (= 3%) der Gruppe IV der Navicularefrakturen wurden zur operativen Pseudoarthrosenbehandlung überwiesen, auf die in dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden kann.

Die Ergebnisse am os triquetrum verhalten sich mit 89% (I und II) rascher Heilung und nur 11% verzögerter Heilung gut. Durch die geringe Anzahl an Verletzungen der übrigen Handwurzelknochen ist ein prozentualer Vergleich der einzelnen Gruppen nicht möglich, (I = 44%, II = 40%, III = 16%) doch ist durchaus die Heilung innerhalb des auch von anderen Verfassern angegebenen Zeitraums erkennbar.

Alle beobachteten Verletzungen der Handwurzel liefern mit 82% der beiden ersten Gruppen und 92% der ersten drei Gruppen und nur 8% aus Gruppe IV ein sehr gutes Therapieresultat.

V. Kasuistik:

An dieser Stelle sollen einige interessante Fälle ausführlich dargestellt werden und exemplarisch für den Behandlungsverlauf stehen.

Fall 1: typische Navicularefraktur

G.F. 28-jähriger Mann, häuslicher Unfall

Unfallhergang: Sturz auf die linke Hand (9.66)

klinische Zeichen: Tabatièreschmerz, Schmerz bei Radial-abduktion
Verdacht auf Infraktion des Naviculare links

Diagnose unter röntgenologischer Beobachtung: (456 152)

Abb. 1.1. 28.9.66 Konturunterbrechung am Naviculare und linken Radiusrand, Verdacht auf Infraktion

Kontr. bis 12.10. Aufhellungslinie, Fissur

Diagnose 26.10. Navicularefraktur mit Stufenbildung im

Abb. 1.2 Gelenk

14.2.67 Fraktur fest

Therapieplan: 17 Wochen Navicularegips
je 7 x Teilbäder und Krankengymnastik

Dauer insges.: 19 Wochen

Ergebnis: verlängerte Therapiedauer, mittel (II)

Fall 2: Sportunfall mit Nebenverletzung

S.R. 20-jähriger Mann

Unfallhergang: Sturz auf die rechte Hand beim Sport
(1.67)

Diagnose: Fraktur des Naviculare und Pisiforme rechts

Röntgen: (470 350)

Abb. 2.1. 25.1.67 Frakturlinie im distalen Drittel des Naviculare

Abb. 2.2. ohne Dislokation

Abb. 2.3. 24.4.67 gute Callusbildung, Fraktur fest

Therapieplan:

10 Wochen Navicularegips

2 Wochen Klebro

je 2 x Teilbäder und Krankengymnastik

Dauer insges.:

13 Wochen

Ergebnis:

anatomisch und funktionell gut

Fall 3: komplizierte Handgelenksfraktur mit Nebenverletzung
am Radius

G.L. 72-jährige Hausfrau

Unfallhergang:

häuslicher Unfall, Sturz auf die linke Hand

Diagnose:

Navicularequerbruch mit Verschiebung des distalen Fragments nach dorsal und kaudal in Verbindung mit Meißelfraktur des Proc. styloideus radii

Röntgen: (504 704)

Abb. 3.1. 18.3.69 Darstellung der Meißelfraktur am Proc.styl.rad.

Abb. 3.2. Navicularefraktur

Abb. 3.3. 3.6.69 Fraktur fest, altersbedingte Osteoporose

Abb. 3.4.

Therapieplan:

13 Wochen Naviculare- und Radiusgips

5 x Krankengymnastik

Dauer insges.:

15 Wochen

Ergebnis:

gut (I - II)

Fall 4: Der einzige beobachtete Fall einer klassischen
 - - - Navicularefraktur als Preßlufthammersyndrom

M.J. 24-jähriger Hilfsarbeiter (U-Bahnbau)

Unfallhergang: Arbeiten mit Preßlufthämmern (8.69)

Diagnose: Navicularefraktur im mittleren Drittel
 rechts ohne Dislokation, ohne Neben-
 verletzungen

Röntgen: (511 767)

Abb. 4.1. 11.8.69 deutliche Resorptionszone am Naviculare

Abb. 4.2. 9.9.69 Konsolidierung der Fraktur

Therapieplan: 8 Wochen Navicularegips
 13 x Microwelle
 5 x Krankengymnastik

Dauer insges.: 11 Wochen

Ergebnis: anatomisch und funktionell gut (I)

Fall 5: Darstellung einer anfänglich komplikationslosen Navi-
 - - - cularefraktur, die sich durch die Eigenwilligkeit und
 Uneinsichtigkeit des Patienten zu einer Pseudoarthro-
 se entwickelte.

Dieser Fall ist beispielhaft für ein Problem in der
 klinischen Behandlung von ausländischen Arbeitskräf-
 ten und trägt zum Resultat der Gruppe IV der Heiler-
 folge in einigen Fällen bei.

D.N. 32-jähriger Hilfsarbeiter

Unfallhergang: Sturz auf den linken Arm (4.67)

Diagnose: Navicularequerfraktur ohne Dislokation

Röntgen: (473 948)

Abb. 5.1. 18.4.67 Navicularequerfraktur

Abb. 5.2. 20.7.67 Verbreiterung des Frakturspalts, re-
 sorptive randsklerotische Umbauvorgän-
 ge, diffuse Entkalkung im gesamten
 Handwurzelbereich

Therapieplan:

20.4. Navicularegips

27.4. Navicularegips wird erneuert, da zu weit

- !! 12.5. - 30.6. Patient fährt gegen die Erlaubnis der behandelnden Ärzte in Urlaub nach Griechenland, wo er sich das Gipsstück um den fixierten Daumen eigenmächtig entfernt, da es ihn störe.
- 30.6. neuer Navicularegips nach Röntgenkontrolle
- 20.7. Patient verweigert die weitere Behandlung und setzt den Gips ab.

Dauer bis dato:

14 Wochen

Ergebnis:

Pseudoarthrose (IV)

VI. Zusammenfassung:

An Hand des Krankenguts an der Chirurgischen Universitätsklinik München aus den Jahren 1967 bis 1971 wird in dieser Arbeit über die Frakturen der Handwurzelknochen berichtet.

Nach Darstellung der Anatomie und der physiologischen Mechanik der Handwurzel werden aus dem Schrifttum der Handwurzelknochenverletzungen Verletzungsmechanismen und Frakturtopographie, ihre Diagnostik, Therapie und die Heilungsdauer zusammengestellt.

Im folgenden Abschnitt werden die eigenen Untersuchungen mitgeteilt. Dabei wird bei insgesamt 186 Patienten die Beteiligung der einzelnen Handwurzelknochen in der Reihenfolge Naviculare (54%), Triquetrum (33%), Pisiforme (4%), Hamatum und Multangulum majus (je 3%), Lunatum (2%) und Capitatum (1%) gefunden. Alle in dieser Arbeit enthaltenen Handwurzelknochenverletzungen wurden konservativ therapiert und anschließend krankengymnastisch nachbehandelt.

Die durch diese Behandlungsart erzielten Ergebnisse sind bei allen frisch in der Chir. Univ. Klinik behandelten Carpalkfrakturen als funktionell und klinisch gut zu bezeichnen.

Allgemein auffallend ist der Rückgang an den bei dieser Untersuchung zahlenmäßig starken Verletzungen des Naviculare und Triquetrum im Vergleich zu den mehr oder weniger seltenen Verletzungen der restlichen Handwurzelknochen.

Die Ursache hierfür dürfte in mehreren Punkten zu suchen sein: Die klassische Verletzung z.B. des Naviculare durch den Rückschlagmechanismus der Anlasserkurbel ist durch die fortschreitende Technisierung im Automobilbau beseitigt worden! Für das Preßlufthammersyndrom, das im beschriebenen Zeitraum nur in einem Fall als Ursache gefunden wurde, gilt seitens der technischen Entwicklung auch auf dem Maschinen-sektor das oben gesagte. Hinzu kommen die gerade in jüngster Zeit immer stärker intensivierten Maßnahmen zur Unfallverhütung, zum Betriebs- und Unfallschutz.

Neben dem wohl allgemein bedingten Patientenverlauf sind in

der Errichtung neuer Krankenhäuser im beschriebenen Zeitraum z.B. Krankenhaus München-Harlaching, wie auch in der Anerkennung von D-Ärzten für die Berufsgenossenschaften weitere Ursachen für den beobachteten Rückgang der Häufigkeit von Handwurzelknochenverletzungen im Ambulatorium der Chir. Univ. Klinik München zu suchen.

Abbildungen zur Kasuistik:

Fall 1:
— — — —

Abb. 1.1 Konturunterbrechung am Naviculare

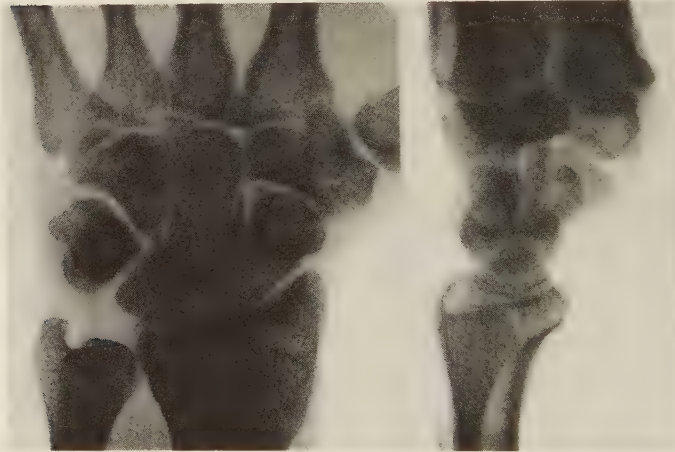
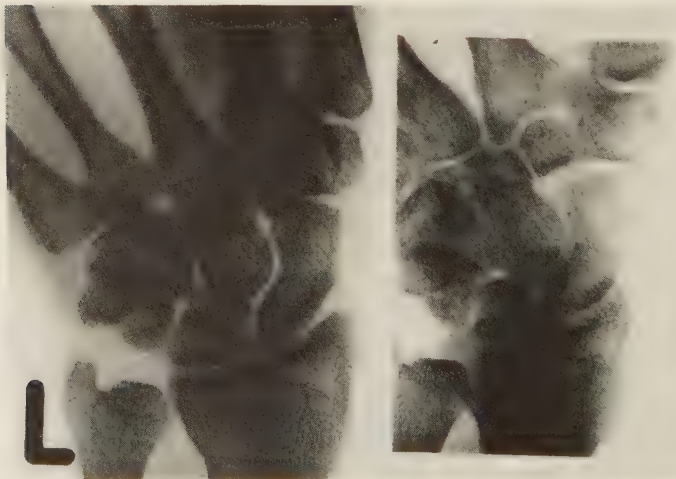


Abb. 1.2. Stufenbildung im Gelenk



Fall 2:
— — — —

Abb. 2.1. Frakturlinie im distalen Drittel



Abb. 2.2.

Abb. 2.3. Naviculare nach Therapie



Fall 3:
— — — —

Abb. 3.1. und 3.2.

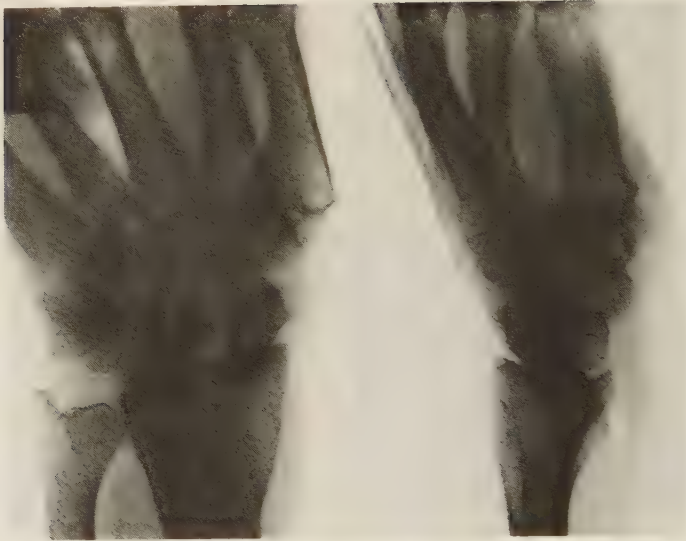


Abb. 3.3. und 3.4.



Fall 4:
== == ==

Abb. 4.1. Resorption am Naviculare

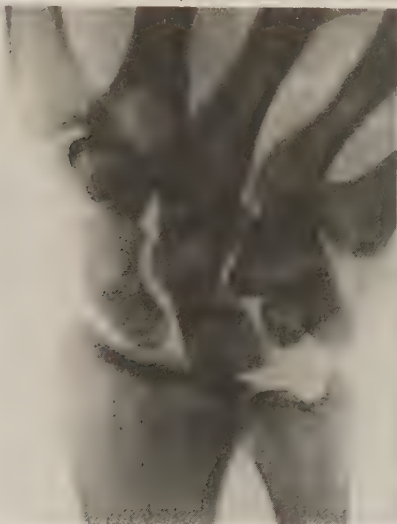


Abb. 4.2. Konsolidierung



Fall 5:
— — —

Abb. 5.1. Querfraktur ohne Dislokation



Abb. 5.2. Pseudoarthrose



VII. Literaturverzeichnis:

- Böhler L. Die Technik der Knochenbruchbehandlung
Wien, Maudrich 1929
- Böhler L. Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden und Kriege
Wien, Maudrich 1945
- Benninghoff A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen Band I
München, Urban und Schwarzenberg 1960
- Brandt G. Verzögerte Knochenbruchheilung und Pseudoarthrosenbildung
Stuttgart, Thieme 1937
- Brückner C. Über die Höhlenbildung im Kahnbein der Hand
(München 1966 Diss.)
- Büchter L. Chirurgische Behandlung der verletzten und erkrankten Hand
Leipzig, Barth 1972
- Chase R. Strategisches Vorgehen in der Behandlung akuter traumatischer Handprobleme
Bern, H. Huber 1968
- Ender J. Die Chirurgie der Handverletzungen
Wien, Springer 1956
- Geiser M. Beiträge zur Biologie der Knochenbruchheilung
Beilage zu Bd. 97 Zeitschr. f. Orthopädie
Stuttgart, Enke 1963
- Heim H. Über den Bruch des Kahnbeins
Veröffentl. aus d. Gebiet d. Marine-Sanitätswesens H.29
Berlin 1938
- Hofmeister F. Ein Beitrag zur Problematik und Behandlung der Bandausrisse des Os triquetrum
Monatsschrift f. Unfallheilkunde 61, 280-283,
1958

- Kirchner J. Über den Kahnbeinbruch und seine Behandlung
 (München 1966 Diss)
- Matzen P.F. Lehrbuch der Orthopädie
 Leipzig, Barth 1938
- Nigst H. Frakturenlehre
 Stuttgart, Thieme 1964
- Nigst H. Isolierte Luxationsfraktur des Multangulum
Rosetti M. majus, eine seltene Carpalverletzung
 Monatsschrift f. Unfallheilkunde 59, 86-88
 1958
- Poetschke Chr. Beitrag zur Therapie der Pseudoarthrosen
 (München 1969 Diss.)
- Reifferscheid M. Chirurgie
 Stuttgart, Thieme 1972
- Ruidisch M. Die sogenannten atypischen Handwurzelkno-
 chenverletzungen (Verletzungen der Hand-
 wurzelknochen außer Kahn- und Mondbein)
 unter Berücksichtigung der Spätfolgen
 (München 1968 Diss.)
- Seyss R. Die Frakturen des Os multangulum majus
 Monatsschrift f. Unfallheilkunde 61, 86-88
 1958
- Sobotta-Becher Atlas der Anatomie des Menschen Bd.I u.III
 München, Urban und Schwarzenberg 1967
- Stahlhofen H. Die Frakturen der Mittelhandknochen und
 der Finger
 (München 1974 Diss.)
- Starck-Frick Repetitorium anatomicum
 Stuttgart, Thieme 1967
- Struppler-Witt Verletzungen und Wiederherstellung der
 oberen Extremitäten
 Neue Deutsche Chirurgie Bd.68
 Stuttgart, Enke 1961

- Vosschulte K. Lehrbuch der Chirurgie
Stuttgart, Thieme 1970
- Waldeyer A. Anatomie des Menschen Bd.II
Berlin, de Gruyter 1962
- Wellner S. Anatomisch - funktionelle Grundlagen der
Behandlung von Frakturen der Handwurzelkno-
chen
Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 75, 134-137
1963
- Wengen H. Zum Kahnbeinbruch der Hand und seine unfall-
medizinische Bedeutung
Bern, H.Huber 1971
- Wilhelm A. Die Gelenksdenervation und ihre anatomischen
Grundlagen
Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 86, 1966
- Zrubecky G. Derzeitige Grenzen bei der planmäßigen Ver-
sorgung schwerer Handverletzungen
Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 83, 1965

Für die freundliche Überlassung des Themas,
die Anregungen und Ratschläge bei der Anfer-
tigung dieser Arbeit, möchte ich herzlich
Herrn Priv. Doz. Dr. med. Rudolf Bedacht
danken.

Herrn Dr. med. Friedrich Schmidtler danke
ich für die wertvolle Unterstützung bei dem
theoretischen Aufbau der Arbeit.

L E B E N S L A U F

Am 13. Januar 1948 wurde ich, W.F. Peter Frank, als erstes Kind des damaligen Realschuldirektors Dipl.-Hdl. Gottfried Frank und seiner Ehefrau Philomena, geb. Kiendl, in München geboren.

Von 1954 bis 1960 besuchte ich die Evangelische Volksschule in Schongau, anschließend die Staatliche Realschule Schongau und trat dann in das Mathematisch-Naturwissenschaftliche Gymnasium in Landsberg über. Dort legte ich 1967 das Abitur ab.

Nach Ableistung einer zweijährigen Militärzeit immatrikulierte ich mich im Wintersemester 1969/70 an der Ludwig-Maximilians-Universität in München für das Studium der Medizin, das ich mit dem Staatsexamen im Juni 1975 abgeschlossen habe.

